Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Bonn.
Direktor: Professor Dr. Freiherr von Redwitz.

Die röntgenologische Feststellung von Fremdkörpern

Eine kritische Betrachtung der bisher geübten Methoden.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung
der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität
zu Bonn.

Vorgelegt am 9. November 1935

von

Ewald Schmitz
aus Aachen.

Bonn 1936
Anton Brand, Bonn.

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. Robert Janker.
Korreferent: Prof. Dr. Freiherr v. Redwitz.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Wilhelm Konrad Röntgen entdeckte am späten Abend des 8. Novembers 1895 in einem kleinen Laboratorium des physikalischen Instituts an der Universität Würzburg die X-Strahlen. In einer vorläufigen Mitteilung „Über eine neue Art von Strahlen" am 28. Dezember 1895 an den Vorsitzenden der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg gab er seine große Entdeckung zunächst bekannt, um dann in der Sitzung vom 23. Januar 1896 vor den Mitgliedern der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft einen Vortrag „Über eine neue Art von Strahlen" zu halten. In der gleichen Sitzung wurde durch v. Kölliker[1]) vorgeschlagen, die X-Strahlen zu Ehren des Entdeckers in Zukunft Röntgenstrahlen zu nennen. Dieser Vorschlag wurde schon vier Tage später von den Mitgliedern der Pariser Akademie der Wissenschaften am 27. Januar 1896 unter großem Beifall wiederholt. Doch jetzt schon hatten die Röntgenstrahlen ihren Siegesfeldzug begonnen. Sie verbreiteten sich außerordentlich schnell über alle Kulturländer der Welt, trotz aller Anfeindungen, denen sie in ihrer Anfangszeit ausgesetzt waren, trotz der Angst, die man unverständlicherweise mancherorts vor dieser „neuen Art Photographie" zeigte, und trotz der zahlreichen Versuche, die Erfindung lächerlich zu machen.

Wurden in den ersten Wochen nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen fast nur Aufnahmen von Händen, Füßen oder kleinen Tieren gemacht, so erkannte man doch sehr bald den Wert der Strahlen in medizinischer Hinsicht. Konnte man durch eine Röntgenaufnahme die gesunden Knochen der Hand, des Fußes zur Anschauung bringen, was lag näher, als auch einmal einen Knochenbruch auf der Platte festzuhalten! Oder den Versuch zu machen, Substanzen, die in den menschlichen Körper eingedrungen waren, mit den neuen Strahlen zu photographieren! Und so waren auch zunächst die Frakturen und

[1]). Münchener med. Wochenschr. 1896/S. 88.

die Fremdkörper die Grundsteine für alle weiteren Röntgenforschungen.

Sonderbarerweise waren die ersten mittels des neuen photographischen Verfahrens dargestellten Fremdkörper Glassplitter in einer Hand; das war schon Mitte Januar 1896. Zu gleicher Zeit berichtet Kocher aus Bern schon über die Lokalisation einer Nadel in der Hand einer Patientin. Ende Januar 1896 veröffentlicht Pupin von der Columbia-Universität New York eine seiner ersten Aufnahmen, eine Schrotladung in der Hand eines Rechtsanwaltes. Anfang Februar 1896 lokalisierte Kenzie Davidson mittels einer Röntgenaufnahme eine Nadel im Fuße einer Patientin. Es folgte die erste Aufnahme und Lokalisation einer Kugel im Arm eines zwölfjährigen Jungen, die Jones und Oliver Lodge der medizinischen Gesellschaft in Liverpool am 13. Februar 1896 zeigten. Schon im April 1896 berichtete F. H. Williams zusammen mit seinem Bruder C. H. Williams über eine Methode, Fremdkörper im Auge mit Hilfe der Röntgenstrahlen zu lokalisieren und veröffentlichte zugleich die erste Diagnose dieser Art. Im Mai 1896 war schon die erste Röntgenzeitschrift: Archivs of Clinical Skiagraphy entstanden, in deren erstem Heft von Sidney Rowland folgende Fälle genannt werden: Eine Nadel im Finger; eine Halfpenny-Münze im Darm eines Kindes; eine Kugel im Schenkel eines Mannes; Nadeln in verschiedenen Körperteilen bei mehreren Fällen. Dann tauchen auch schon die ersten aus der großen Reihe der Lokalisationsmethoden für verschiedene Körperteile auf. Der oben angegebenen Methode der Gebrüder Williams folgte bald eine neue: H. Lewkowitsch veröffentlicht in der englischen Zeitschrift „Lancet" eine Lokalisationsmethode für Augenfremdkörper. Von einem aspirierten Tapaziernagel hören wir im Oktober 1896 durch Pöch aus der Wiener Klinik Neußer: Eine Aufnahme von vorne nach hinten ergab kein Resultat. Dann wurde der Nagel durch zwei Aufnahmen, die eine von rechts vorne nach links hinten, die andere von links vorne nach rechts hinten, im sechsten Intercostalraum

rechts, nahe der Wirbelsäule, festgestellt. Hier finden wir also die erste Beschreibung des „schrägen Durchmessers". Am 9. Dezember 1896 entfernten M. Radiguet und Néguet einen Eisensplitter aus dem Auge eines Patienten mit einem Magneten, während sie dauernd mit Röntgenstrahlen und Leuchtschirm den Splitter beobachteten.

Die Erkenntnis des Wertes der Röntgenstrahlen war sehr bald in die Kriegsministerien verschiedener Länder eingedrungen. So fragte man sich im Preußischen Kriegsministerium schon im Januar/Februar 1896, welche Verwendung sie wohl für kriegschirurgische Zwecke haben könnten, und stellte in Verbindung mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Versuche an. Es wurden eine Reihe Aufnahmen von anatomisch-kriegschirurgischen Präparaten gemacht, in denen Geschosse und Geschoßteile in den Weichteilen und Knochen steckten. Über diese Versuche berichtet das Ministerium in der Mitte des Jahres 1896 in Heft 10 der „Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militärsanitätswesens" unter dem Titel: „Versuche zur Feststellung der Verwertbarkeit Röntgen'scher Strahlen für medizinisch-chirurgische Zwecke". Dieser Bericht brachte sehr gute Aufnahmen von Geschoßteilen in Fuß und Hand. Außerdem wurde die Technik der Aufnahmen darin ausführlich beschrieben. Dem preußischen Kriegsministerium folgten im März 1896 das östereichische und im April 1896 das englische, indem sie über die Verwendung der Röntgenstrahlen Versuche machten. Das englische Kriegsministerium ging noch weiter, indem es schon im Mai 1896 die Röntgenstrahlen auf ihren Wert im Ernstfall hin untersuchte; denn auf Veranlassung der medizinischen Abteilung des Kriegsministeriums wurden auf die Nil-Expedition zwei Röntgenapparate mitgeschickt, „um von den Chirurgen benutzt zu werden, Kugeln im Körger zu lokalisieren und die Ausdehnung der Knochenbrüche festzustellen". Ebenso benutzte schon im Mai 1896 ein italienischer Arzt, Avaro, die Röntgenstrahlen zur Untersuchung verwundeter Soldaten auf

dem afrikanischen Kriegsschauplatz. [1])

So waren schon im ersten Jahr nach Röntgens großer Entdeckung vielseitige und reiche Erfahrungen gesammelt worden, und bald waren die Röntgenstrahlen für die medizinische Diagnostik unentbehrlich.

Fragen wir uns nun, welche Fremdkörper mit Hilfe der Röntgenstrahlen gesehen oder zumindestens nachgewiesen werden können. Zunächst sind es naturgemäß die sogenannten harten Fremdkörper: Geschosse und Geschoßsplitter, Nadeln, abgebrochene Instrumententeile, Metallsplitter, Münzen, Nägel, Gebisse, die einen deutlichen Schatten geben. Einen schwächeren, manchmal kaum merklichen Schatten geben Glas-, Porzellan- und Steinsplitter, kleinere verschluckte Knochenstückschen, Kautschuckgebiß- und Gaumenplatten. Doch selbst ganz weiche Fremdkörper können dargestellt werden. So gelang es Oppikofer[2]) einen eitergetränkten Wattebausch, der mit einem papierdünnen Kalkmantel umgeben war, in der hinteren Hälfte des Kieferhöhlengebietes zu erkennen. Auch z. B. bei Empyemoperationen zurückgelassene Gummidrains lassen sich auf der Röntgenplatte feststellen[3]). In den großen Knochenmassen des Schädels liegen die Verhältnisse im allgemeinen etwas schwieriger. Glasperlen, kleine Steinchen und Kirchkerne, wie sie im Nasengebiet bei Kindern nicht selten gefunden werden, sieht man im allgemeinen noch leicht; dagegen sind dieselben in der Paukenhöhle nur schwer festzustellen. Im Auge kommen in erster Linie Metallsplitter in Betracht, die man bis zu einem Durchmesser von 1 mm herab richtig erkennen kann, ferner Stein- und Glassplitter. Jedoch nur die bleihaltigen Glassorten geben bei geringer Größe einen ausreichenden Schatten. Aber mit den sichtbaren Fremdkörpern sind die Möglichkeiten nicht

---

[1]). Die geschichtlichen Daten sind entnommen dem Werk: Glasser, Wilhelm, Konrad Röntgen. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

[2]). Schweiz. med. Wochenschr. 1925/S. 103.

[3]). Bruns' Beiträge 1934/S. 113.

erschöpft. Besonders im Oesophagus finden sich eine ganze Reihe Fremdkörper, die keinen Schatten geben, aber dann auf indirektem Wege doch nachgewiesen werden können. Gräten, kleine verschluckte Knochensplitter, Fleisch-, Brot- oder Apfelstücke, die den Oesophagus nicht passierten, werden sichtbar durch nachgeschluckten Kontrastbrei, der vielleicht an ihrer Oberfläche haften bleibt oder sich über ihnen staut. Führt das nicht zum Ziel, so kann man nach dem Vorschlage Wilons mit Kontrastbrei getränkte Wattestückchen nachschlucken lassen, die sich, besonders an kleinen Fremdkörpern wie Gräten, gerne aufspießen. Nicht schattengebende Fremdkörper in Lunge und Bronchien lassen sich durch die Bronchographie nach Siccard und Forestier[1] darstellen und lokalisieren. Ein anderes Hilfsmittel ist die Luftaufblähung, wie man sie z. B. bei in der Blase befindlichen Fremdkörpern verwendet, um sonst nicht sichtbare auf diese Weise sichbar zu machen.

Ein großer Teil der Fremdkörperfälle, die zur Röntgenstation gebracht werden, fällt der Durchleuchtung zu, weil sie die größere Möglichkeit bietet hinsichtlich Bewegung entweder des zu untersuchenden Körperteiles oder aber der Apparate.

Einen Überblick über die Lage der Fremdkörper gibt die Schätzung mittels der Röhrenverschiebung. Die Röhre wird parallel zum Schirm rechts, links, auf- oder abwärts verschoben, und man erfährt so schnell, ob ein Fremdkörper der vorderen Hautfläche näher liegt als etwa Rippen- oder Wirbelsäulenschatten. „Das scheinbar nach der Bewegungsrichtung der Röhre abweichende Gebilde, liegt dem Beschauer näher." An diese einfache, von Holzknecht[2]) angegebene Regel muß man immer denken. Man kann sie auch so formulieren: „Was bei Verschiebung der Röhre weniger wandert, liegt näher." Eine weitere Durchleuchtungsmethode ist die Durchleuchtung bei stetiger Rotation, die zuerst von G. Perthes 1902 im Zentral-

[1]). Wiener med. Wochenschr. 1934/Nr. 39.
[2]). Groedels, Röntgendiagnostik. Lehmanns Verlag

blatt für Chirurgie angedeutet wurde. Ausführlich beschrieben wurde sie dann von Holzknecht[1]) zum ersten Mal. Der Patient wird hinter dem Leuchtschirm gedreht. Man wählt dann die Richtung, bei der die Entfernung Haut-Fremdkörper kleiner wird. Die kleinste Entfernung gibt die wahre Hautdistanz. Man zeichnet diese Entfernung mit Fettstift auf den Schirm. Hält man nun parallel zum Schirm und senkrecht zur Haut einen Fettstift, so tritt er in einer bestimmten Stellung ganz aus dem Weichteilschatten heraus. Diesen Punkt markiert man; es ist der Hautpunkt oder auch der Hautnahepunkt, von dem die obige auf dem Schirm gezeichnete Entfernung gilt. Senkrecht unter ihm liegt der Fremdkörper. Statt auf die Haut läßt sich mit dieser Methode auch die Lokalisation auf das Skelett oder sonst ein sichtbares Organ vornehmen. Hier ist die größte Entfernung vom Skelettschatten die wahre. Man muß zu dieser Feststellung dann aber noch den Oberflächenpunkt des Knochen bestimmen, der in dieser Stellung dem Fremdkörper zugewandt ist.

Eine Kontrolle und eventuell eine Korrektur des Hautnahepunktes ergibt sich aus der palpatorischen Mitbewegung[2]). Im Bereich des gefundenen Nahepunktes wird während der Durchleuchtung mit einem im Röntgenlicht sichtbaren Stab parallel zum Schirm eingedrückt. Derjenige Hautpunkt, von dem die größte Mitbewegung des Fremdkörpers zu erzielen ist, ist der korrekte Nahepunkt.

Eine Methode, die eine ganze Reihe von Modifikationen zeitigte, ist die Vierpunktmethode von Levy-Dorn[3]). Der Körper des Patienten wird in zwei Richtungen in denen der Fremdkörper gut sichtbar ist und die einen möglichst großen Winkel zueinander haben, durchleuchtet. In diesen beiden

---

[1]). Münch. med. Wochenschr. 1914/S. 2197.

[2]). Holzknecht, Röntgenologie I. Urban und Schwarzenberg, Berlin 1918/S. 73.

[3]). Münch. med. Wochenschr. 1914/2197 und Rieder-Rosenthal, Röntgenkunde I. Verlag Barth. Leipzig 1924/S. 73.

Durchleuchtungsrichtungen werden an vordere und hintere Körperwand mittels Fettstift die Stellen, wo Fremdkörperschatten und Bleistiftspitze sich decken, markiert. So gewinnt man vier Hautpunkte, mit Hilfe derer man eine Querschnittszeichnung anfertigen kann. Man nimmt dazu mit einem gynäkologischen Zirkel die Distanz zweier Hautpunkte und trägt sie auf Papier auf, nimmt ebenso nacheinander die Distanzen dieser beiden Punkte zum dritten und vierten Punkt und trägt sie auf. So hat man die vier Hautpunkte in körpergroßem Maß auf Papier. Die genaue Darstellung der Körperkonturen findet man mit Hilfe eines biegsamen Blechstreifens oder eines Bleistabes und dergleichen, den man erst genau der Haut anlegt und dann auf die Papierpunkte überträgt. Die Verbindungslinien der vier Punkte ergeben in der Querschnittszeichnung die Lage des Fremdkörpers. Will man nun von einem beliebigen Inzisionsort aus die Tiefenlage des Fremdkörpers auffinden, so hat man nur die Distanz des neugewählten Punktes von einem der vorher bestimmten Punkte zu nehmen und in die Querschnittszeichnung zu übertragen. Zieht man von dem neuen Punkt die Verbindungslinie zum Fremdkörper und verlängert sie über den Körperumriß hinaus, so gibt diese Linie die Richtung an, in der man bei der Operation eindringen muß und auf dieser Richtungslinie die Tiefe des Fremdkörpers in cm, die man von der Querschnittszeichnung direkt ablesen kann.

Eine der Vierpunktmethode ähnliche wurde von Knothe[1]) angegeben. Es ist seine Methode mit einer Skala von Hautmarkierungspunkten, die er etwa wie folgt zusammenfaßt: Man legt rings um den zu untersuchenden Körperteil in der Ebene des Fremdkörpers ein in regelmäßigen Abständen mit Bleimarken versehenes Skalenband. Der Körper wird in der Bandebene durchleuchtet und so gedreht, daß sich eine der Skalenmarken der Vorderseite mit einer der Rückseite in Richtung des Fremdkörpers deckt. Röhrenabstand und genaue Zentrierung

[1]). Münch. med. Wochenschr. 1928/S. 1876.

spielen hierbei keine Rolle. Die in Deckung mit dem Fremdkörper gebrachten Skalenziffern werden notiert. Dieselbe Messung wird nach beliebiger Drehung des Kranken oder nach Verschiebung der Strahlenquelle nochmals ausgeführt und die hierbei gefundenen Ziffern wiederum notiert. Anschließend daran wird mit einem plastisch-deformierbaren Stab die Durchleuchtungsebene des Körpers abgenommen, auf Papier übertragen und die Bandskala selber auf dem Umriß eingetragen. Die bei der Durchleuchtung gewonnenen Ziffern werden durch gerade Linien verbunden. Ihr Schnittpunkt ergibt das Lageverhältnis des Fremdkörpers zur Körperoberfläche und man ist dadurch in der Lage, auf der Zeichnung die Entfernung des Fremdkörpers von allen Punkten der Körperoberfläche in der Durchleuchtungsebene direkt mit dem Zentimetermaß abzumessen.

Ebenso wie die Vierpunktmethode brachte auch die folgende, die Blendenrandmethode nach Holzknecht, O. Sommer und R. Mayer[1]) zahlreiche Modifikationen zu Tage. Zur Ausführung der Methode wird zunächst der Fremdkörperschatten bei engster Blende auf die Haut mittels Fettstift markiert, womit man den Fußpunkt festgelegt hat. Man öffnet die Blende schlitzförmig maximal und verschiebt die Röhre nach rechts bis der Blendenrand den Fremdkörper schneidet; an dieser Stelle macht man sich mit dem Fettstift auf dem Schirm einen Strich. Darauf wird die Röhre nach links verschoben, bis der andere Blendenrand den Fremdkörper schneidet, und hier wird die zweite Schirmmarke angebracht. Der Abstand dieser beiden Schirmmarken, mit dem selbst verfertigten Maßstab abgelesen ergibt die Fremdkörper-Schirmdistanz in cm. Diese ist bei anliegendem Schirm gleich der Fremdkörper – Hautdistanz. Liegt der Schirm nicht an, so stellt man auf die Metallmarke, die man auf die Haut geklebt hat ein und findet so die Haut-Schirmdistanz. So entstehen auf dem Schirm vier

[1]). Holzknecht, Röntgenologie I, Urban u. Schwarzenberg, Berlin 1918/S. 52.

Striche, zwei äußere, die die Fremdkörper — Schirmdistanz und zwei innere, die die Haut — Schirmdistanz angeben. Letztere von der ersteren abgezogen ergibt die Fremdkörper — Hautdistanz. Den Maßstab zur Blendenrandmethode stellt man sich selbst her, indem man auf die Rückseite des Leuchtschirms einen 10 cm langen Stab aufsetzt, an dessem freien Ende man eine Metallmarke angebracht hat. Man verschiebt nun bei weitester Blende die Röhre, bis der eine Blendenrand den Schatten der Marke schneidet und markiert auf dem Schirm diesen Punkt. Nun verschiebt man die Röhre nach der anderen Seite bis zum Schnittpunkt des Blendenrandes mit dem Schatten der Marke und markiert wiederum. Den Abstand der beiden Schirmpunkte überträgt man auf einen Maßstab und teilt ihn in zehn gleiche Teile. Der Abstand zwischen den Teilstrichen liegt im allgemeinen zwischen 5 und 8 mm, und er bedeutet jedesmal 1 cm Tiefe hinter der Schirmebene. Die Blenden — Schirmdistanz ist dabei gleichgültig. Zuweilen wird die Ausführung der Blendenrandmethode am Thorax durch die Wirbelsäule behindert, weil sie in der einen oder anderen Verschiebungsrichtung den Fremdkörperschatten verdeckt. Zur Abhilfe dieses Nachteiles kann man in der Blendenöffnung einen quadratischen Metallrahmen anbringen, dessen Dimensionen etwa die Hälfte der Blendenöffnungen betragen. Für diese verkürzte Blendenränderdistanz muß man sich dann einen besonderen Maßstab anfertigen.

Modifikationen der Blendenrandmethode sind neben anderen die Modifikation Sanitas, die von Kästle und Heberle, von Freund und Praetorius und die von Moritz. Die Sanitas E. G. Berlin[1]) gab die Anregung, die Blendenöffnung gleich der Fokus-Blendendistanz zu wählen. Dadurch würde die Einheit des Maßstabes gleich 1 und die Verschiebung des Fremdkörper-

[1]). Holzknecht, Röntgenologie I., Urban und Schwarzenberg Berlin 1918/S. 65.

schattens am Schirm ergebe die Fremdkörpertiefe mit jedem Zentimetermasstab in Zentimetern.

Kästle und Heberle[1]) nehmen die Masstabeinheit so, daß die Einheit die Hälfte der oben angegebenen ist. Bei der Ausführung stellen sie nur einen Blendenrand auf die Hautmarke ein und dann auf den Fremdkörper. So haben sie statt vier Strichen nur zwei. An ihrem Masstab abgelesen ergibt der Abstand dieser zwei Striche ohne weiteres die Haut-Fremdkörpertiefe.

Freund und Praetorius[2]) verbinden Schirm mit Röhre und Blende fest miteinander, Statt der Blendenränder benützen sie zur Kennzeichnung der Meßstrahlen Schirmmarken. Nach ihrer Angabe sollen dadurch die Nachteile der Blendenrandmethode unter Wahrung ihrer wesentlichen Vorteile vermieden werden.

Die Methode von Moritz[3]) ist wieder eine Modifikation der von Freund und Praetorius angegebenen. Er verwendet statt zweier Schirmmarken einen Schirmkreis.

Eine Methode „Durchleuchtungsgezielte Fremdkörperbestimmungen" beschreibt Fischer[4]): „Das Prinzip beruht auf durchleuchtungsgesteuerten Aufnahmen mit dem Berg'schen Rahmen oder einem anderen Zielbetriebsgerät. Durch geeignete Drehung des zu Untersuchenden und Markierung der dem Fremdkörper zunächst gelegenen Hautpartien ist nach einer einfachen Formel sowohl die Größe der Fremdkörper wie auch der Abstand von dem Fixpunkte an der Haut meßbar".

Die Formel heißt: $O : B = a : b$ oder auch $O = \frac{B \cdot a}{b}$, wobei O das zu messende Objekt, B die Bildgröße auf dem Film, a der Fokus — Objektabstand und b der Fokus — Filmabstand

---

[1]). Münch. med. Wochenschr. 1916/S. 1247.
[2]). Deutsche med. Wochenschr. 1917/S. 459.
[3]). Münch. med. Wochenschr. 1917/Nr. 44.
[4]). Med. Welt 1933/S. 157.

ist. (Für den Fokus — Objektabstand a benutzt man zweckmäßig die als Hautmarkierung angebrachte Metallmarke.) Angenommen die auf den Film oder den Schirm projizierte Entfernung des Fremdkörpers von der Haut beträgt zwei Zentimeter, der Fokus — Objektabstand 50 cm, der Fokus — Schirmabstand 80 cm: so ergibt sich bei der Berechnung $x = \frac{2 \cdot 50}{80} = 1{,}25$ cm. x ist dabei die wirkliche Entfernung des Fremdkörpers von der Hautmarke parallel zur Schirmebene.

Ein größeres Gebiet nehmen die Durchleuchtungsarten ein, die mit Hilfe von aktiver oder passiver Bewegung der Fremdkörper ihren Sitz und ihre Lage festzustellen versuchen. Zunächst sind es die zahlreichen Muskelsteckschüsse, die mit diesen Methoden zu lokalisieren sind. Wie wichtig die myokinetische Methode ist, erhellt aus folgender Tatsache: Nach einer statistischen Zusammenstellung des Wiener Zentral-Röntgenlaboratoriums im Weltkriege liegen im Durchschnitt 75 % aller außerhalb des Skeletts liegenden Geschosse im Muskelfleisch; ja im Bereich der Extremitäten sind die in der Muskulatur steckenden Geschosse derart in der Mehrzahl, fast 100 %, daß die in den anderen Weichteilen sitzenden Geschosse zu den größten Seltenheiten gehören. Die myokinetische Methode wird so ausgeführt, daß man den betreffenden Körperteil vor dem Leuchtschirm eine Bewegung machen läßt. Bei Gelenkbewegungen zeigen dabei die Fremdkörper Bewegungen von charakteristischer Richtung und zwar wird der Fremdkörper, falls er im Muskel liegt, zwei Bewegungen vor dem Schirm machen: Die eine stimmt mit der Verkürzungsrichtung des Muskels überein, die andere mit der Richtung, nach der sich der ganze Körperteil bewegt. Bei der Extension des Muskels bewegt sich der Fremdkörper wieder in entgegengesetzter Richtung. Natürlich ist zur Anwendung dieser Methode unumgänglich notwendig, daß der Untersucher eine genaue Kenntnis aller Muskeln, ihrer Ansatzstellen und ihrer Funktionen hat.

Neben diesen Bewegungen von Muskelfremdkörpern sind

es dann die manigfaltigen, teils willkürlichen, teils unwillkürlichen Fremdkörperbewegungen in den Brust- und Bauchorganen, die der Durchleuchtung zugängig sind. Zunächst die Lungenfremdkörper: Stimmen die Bewegungen eines Geschosses überein mit den respiratorischen Exkursionen, d. h. mit dem Form- und Größenverhältnissen in der Lunge, dann steckt es in der Lunge. Dabei ist zu beachten, daß die wandständigen Lungenfremdkörper bei der Inspiration in der oberen Thoraxhälfte umsomehr kopfwärts gehoben werden, je größer die Exkursionen der Thoraxatmung sind; die der mittleren und unteren Thoraxhälfte werden überdies lateralwärts bzw. nach vorn bewegt. Dagegen machen tief in der Lunge sitzende Fremdkörper nur bei starken Gewebsveränderungen, bei Pleuraadhäsionen und bis zur Oberfläche reichender Verdichtung und Schrumpfung der Lunge, thorakalrespiratorische Bewegungen.

Hier sei die Bronchographie nach Siccard und Forestier[1]) eingeschaltet: Man kann sie anwenden zur Aufklärung von Lungenfremdkörpern, die keinen oder nur geringen Schatten geben, in der Hauptsache für aspirierte Fremdkörper. Mittels eines Gummirohres wird das Kontrastmittel (Lipiodol oder Jodipin) in die Bronchien gebracht. Der Jodschatten der sonst überall die Bronchialverästelungen ausfüllt, bleibt an der Stelle des Fremdkörpers aus. Allerdings läßt sich diese Methode nicht anwsnden z. B. bei hochgradiger Körperschwäche, akuten Entzündungen der Luftwege, schweren Herz- und Gefäßerkrankungen usw.

Für Geschosse mit pulsatorischer Mitbewegung kommen in Betracht das Herz oder die großen Brustgefäße. Selbst wenn die kardialen Bewegungen sehr groß sind, können sie dabei unsichtbar bleiben, wenn sie in der Durchleuchtungsrichtung geschehen. Man muß daher auch in schräger oder querer Richtung durchleuchten. Bei dem im Herzen selbst sitzenden oder ihm anliegenden Fremdkörpern kann man bei der Bewegung zwei Phasen unterscheiden. Die erste ist eine

[1]). Wiener med. Wochenschr. 1934/S. 1037.

kammersystolische rasch zuckende Bewegung mit darauf folgender kurzer Ruhepause. Ihr folgt die etwas langsamere diastolische Rückbewegung. Die sichere Trennung der in oder dem Herzen anliegenden Geschosse geschieht mit Hilfe der Rotationsmethode. Die Fremdkörperbewegungen am Herzen können kompliziert werden dadurch, daß außer den herzpulsatorischen meist auch respiratorische vorhanden sind oder daß sich hinter dem Herzen Schlucken, bezw. Husten und kardiale Bewegungen vereinen. Zur Abhilfe fordert man den Patienten auf, mit der Atmung auszusetzen und Husten und Schlucken zu unterlassen.

Die Zwerchfellbewegungen übertragen sich in der Brust- und Bauchhöhle auf weite Strecken hin auf die Organe. Es sind die inspiratorischen Abwärtsbewegungen und die etwas langsameren expiratorischen Rückbewegungen. Die inspiratorische Senkung umfaßt bei den Abdominalorganen das obere und mittlere Drittel, während im unteren Drittel die Bewegung nach vorne vorherrscht. Werden Geschosse bei der Durchleuchtung durch das Zwerchfell verdeckt und treten auch bei tiefer Atmung aus dem Zwerchfellgebiet nicht heraus, dann wird die Röhrenverschiebung in axialer Richtung angewendet, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, ob der Fremdkörper im Zwerchfell selbst, unterhalb oder oberhalb desselben liegt.

Die Steckschußlokalisierungen im Verdauungskanal werden meistens unter Hinzuziehung von Kontrastmitteln ausgeführt. Der Nachweis von schattengebenden Fremdkörpern des Oesophagus geschieht am besten im ersten schrägen Durchmesser. Schlucken bewegt nicht nur die Speiseröhre selbst, sondern auch Trachea mit Kehlkopf und die Hauptbronchien. Eine beim Schlucken hervorgerufene Bewegung beweist also nicht die Lage des Fremdkörpers im Oesophagus oder in der Oesophaguswand. Da es sich jedoch meistens um verschluckte Fremdkörper handelt, ist die Lage innerhalb der Speiseröhre von vornherein gegeben. Es bleibt nur die Höhe des Fremdkörpers festzustellen und die Frage zu lösen, ob die Oesophaguswand perforiert ist. Das erste ist bei gut schattengebenden Fremdkörpern einfach

Kann man auch bei kleinster Blende schlecht schattengebende Fremdkörper nicht nachweisen so ist der indirekte Nachweis zu empfehlen. Man läßt dicken Kontrastbrei nachschlucken, der sich am Fremdkörper absetzt. Oder man läßt nach dem Vorschlage Wilons mit Kontrastbrei getränkte Wattestückchen schlucken, die sich an den Fremdkörper anhaken oder sich um ihn herumlagern. Bei Fremdkörpern, die die Speiseröhrenwand durchstoßen, gelangen leicht Luftblasen in die Umgebung der Speiseröhre, die oft neben der Speiseröhre übereinander, perlschnurartig liegend zu sehen sind. Fremdkörper im Oesophagus, besonders Münzen, können sich, wenn mehrere vorhanden sind, im Röntgenbild decken, wie es Thost[1]), Springer[2]) und andere an veröffentlichten Fällen gezeigt haben. Deshalb muß in jedem Falle nach Entfernung eines Fremdkörpers aus der Speiseröhre nochmals nachdurchleuchtet werden.

Fremdkörper im Magen werden entlang der großen Kurvatur geschoben. Sie legen dabei ungefähr 1 cm in 3 Sekunden zurück, um schließlich wieder an den tiefsten Punkt der Kurvatur zurückzufallen. Größere nicht schattengebende Fremdkörper im Magen können im Schleimhautreliefbild dargestellt werden. Sie zeichnen sich dort als Aufhellungen ab, die nicht immer den Verlauf der Magenfalten folgen. Kleinere nicht schattengebende Fremdkörper im Magen, Gräten usw. brauchen nicht dargestellt zu werden, da sie von selbst abgehen.

Verschluckte Fremdkörper im Darm können beim Stehen durch ihr Gewicht Darmschlingen und den Magen hinabziehen, was bei der Durchleuchtung zu beachten ist. Fremdkörper im Duodenum, die häufig am genus inferius liegen, werden während der Magenverdauung etwa alle 12 Sekunden gehoben, ähnlich verhalten sie sich im Jejunum, während sie im Ilium und Colon nur kaum sichtbare Bewegungen machen.

Zu diesen hauptsächlichsten Durchleuchtungsbestimmungen

---

[1]). Deutsche med. Wochenschr. 1916/S. 337.

[2]). Med. Klinik 1926/S. 1108.

von Fremdkörpern kommt nun die überaus große Zahl der Aufnahmeverfahren, von denen jedoch auch nur die wichtigsten angeführt werden sollen. Sehr gebräuchlich ist zunächst das Zweiplattenverfahren in zwei aufeinander senkrechten Richtungen. Das eine Bild wird bei sagittaler Durchstrahlung auf genommen und gibt den Abstand des Fremdkörpers von einer sagittalen Tangentialebene des Körpers an. Das zweite Bild wird bei frontalem Strahlengang aufgenommen und zeigt den Abstand des Fremdkörpers von der vorderen oder hinteren Tangentialebene des Körpers. Den Querschnitt, in dem der Fremdkörper liegt, kann man sich durch aufgeklebte Metallmarken kenntlich machen.

Als Ergänzung zum Zweiplattenverfahren dienen in manchen Fällen Aufnahmen mit axialem Strahlengang. Man kann diesen axialen Strahlengang anwenden für Kopf und Becken, ebenso für Knie, Ellenbogen nnd Ferse. Bei der axialen Aufnahme des Kopfes liegt nach Lilienfeld[1]) die Submentalgegend auf der Platte, während die Röhre über dem Kopf angeordnet ist; bei den axialen Beckenaufnahmen sitzt der Patient auf der Platte und beugt den Oberkörper stark vor- oder rückwärts.

Ist eine axiale Aufnahme bei Versagen des Zweiplattenverfahrens nicht möglich, z. B. wenn ein Fremdkörper in beiden Aufnahmen des Zweiplattenverfahrens und bei der axialen Aufnahme in Deckung mit Skelettpunkten erscheinen, dann wird das Dreiplattenverfahren mit zwei schrägen Projektionen bei einem Winkel von 45° zur Ausgangsaufnahme angewendet.

Als erste der Verschiebungsmethoden möchte ich die von Fürstenau[2]) anführen. Er arbeitet mit einer Stereoröhre, d. i. eine Röntgenröhre mit zwei Kathoden, die in einem Abstand von 65 mm je einem Antikathodenspiegel

[1]). Holzknecht, Röntgenologie, I., Urban und Schwarzenberg, Berlin 1918, S. 33

[2]). Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1907/S. 281.

gegenüberstehen. Jedoch kann man statt ihrer eine gewöhnliche Röntgenröhre nehmen, die man nach der ersten Aufnahme um 65 mm verschiebt. Zu seiner Methode hat Fürstenau einen Röntgentiefenmesser angegeben. Bei Anwendung der Stereoröhre setzt man die Spitzen des Röntgentiefenmessers auf die beiden von der Röhre erzeugten Objektschatten auf und liest die Tiefenlage so wie die ebenfalls auf dem Instrument angegebene seitliche Konstante ab. Nun verschiebt man die Röhre unter Einschaltung nur einer Kathode. Dabei muß der Zentralstrahl durch einen gewählten anatomischen Fixpunkt gehen. Dann setzt man eine Spitze des Instruments auf den Schatten des anatomischen Punktes und die andere auf den Objektschatten. Hierauf liest man an der zweiten Skala des Röntgentiefenmessers die Größe der Entfernung ab. Multipliziert man diese mit der seitlichen Konstante so erhält man die gesuchte Lage des Objekts.

Bei der Schwebemarkenlokalisation, die von Wachtel[1]) angegeben worden ist, stellt man die Röntgenröhre in beliebiger Höhe über den auf Fremdkörper verdächtigen Körperteil. Dabei ermittelt man mittels Lot den Hautpunkt, der senkrecht unter dem Fokus liegt und bezeichnet ihn. Über diesen Punkt wird in Höhe von 30 cm über der Platte, auf der der Patient ruht, mit Hilfe eines Stativs die Schwebemarke gestellt, die damit in den Zentralstrahl der Röhre gebracht ist. Die bezeichnete Stelle auf der Haut bildet die Ausgangshautmarke. Jetzt belichtet man die Platte zum ersten Mal, verschiebt die Röhre beliebig weit horizontal zur Platte und photographiert zum zweiten Mal. Bei der Verschiebung wird darauf geachtet, daß der Schatten der Schwebemarke bei der zweiten Belichtung sich auf der Platte abbilden kann. Auf der entwickelten Platte, die alles doppelt zeigt, wird jetzt: 1. die Größe der Bilder der Schwebemarke, 2. die Entfernung beider Bilder der Schwebemarke voneinander, 3. die Entfernung beider Bilder des Fremdkörpers voneinander und 4. die Entfernung des Bildes der

[1]). Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 405

Schwebemarke der ersten Belichtung vom Bild des Fremdkörpers der ersten Belichtung gemessen. Damit kann man die Werte für die Tiefenlage des Fremdkörpers und seine seitliche Entfernung von der Ausgangshautmarke aus der von Wachtel angegebenen Kurventafel sofort ablesen. Die Richtung, die von der Ausgangshautmarke zum Fremdkörper führt, wird mittels einer vor der ersten Belichtung am Körper des Patienten im Bereich der photographischen Platte angebrachten schattendichten Hilfsmarke und eines gewöhnlichen Winkelmessers leicht gefunden. Somit ist der Fremdkörper mathematisch lokalisiert. Die anatomische Lokalisation läßt sich anschließen, indem man dasselbe Verfahren neben der Fremdkörperbestimmung auf einen benachbarten Knochen oder sonst ein sichtbares Organ anwendet.

Wagener[1]) gibt ein Verfahren zur Fremdkörperlokalisation mit Hilfe seines Quadratfelderrahmens und Parallellineals an: Er stellt die Röhre bei senkrechter Stellung des Antikathodenspiegels in 50 cm Höhe über der Platte. Vor der Belichtung wird zunächst der von ihm angegebene in Quadrate geteilte Rahmen auf die Kasette gelegt und der Mittelpunkt des Rahmens, auf den der Antikathodenspiegel eingestellt ist, als Fixpunkt bestimmt. Dann wird der betreffende Körperteil auf die Kasette gelegt und nunmehr belichtet. Danach wird die Röhre um 10 cm verschoben und wiederum belichtet. Man hat dann auf einer Platte zwei Schattenbilder vom Fremdkörper. Die Quadratfelder des Rahmens erleichtern infolge ihrer parallelen Linien die Betrachtung und Verwertung der Schatten; sie sind Wegweiser bei Übertragung des Ergebnisses der Strahlenrekonstruktion auf den Körper. Nunmehr können mit Hilfe des von Wagener angegebenen Rekonstruktionsapparates und seines Parallellineals Höhenlage des Fremdkörpers und seine Lage zur Haut festgestellt werden.

---

[1]). Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 444.

Das Müller'sche Lokalisationsverfahren [1]) nimmt keine Rücksicht auf die lotrechte Lage der Röhre, auf die Entfernung des Brennpunktes von der Platte und die Röhrenverschiebung. Die Methode besteht in der gleichzeitigen Belichtung von zwei Platten, die in einem bekannten Abstand parallel übereinanderliegen; die eine befindet sich auf dem Boden, die andere auf dem Deckel eines Kästchens, das als Kasette dient. Der zu untersuchende Körperteil kommt auf die obere Platte zu liegen Nach der ersten Belichtung wird die Röhre zur Seite verschoben und die zweite Aufnahme findet statt. Jetzt kann man nach einer einfachen Formel ohne vorherige Messung die Entfernung des Fremdkörpers von der oberen Platte feststellen. Christen schlug vor, den Abstand zwischen den Platten auf 8 cm festzusetzen. Damit wird das Müller'sche Verfahren praktischer gestaltet, weil dadurch ein rascheres Finden der Tiefenlage auf von Christen angefertigten graphischen Formularen ermöglicht wird.

Eine Methode mit Hilfe des Zentrahlstrahles gab in letzter Zeit Schulze — Berge [2]) an. Er geht von der Überlegung aus, daß man unter allen Röntgenstrahlen einen habe, der eine ganz absolute Lokalisation gestatte, den Zentralstrahl. Gibt der Fremdkörper auf dem Röntgenschirm einen Schatten, so läßt sich mit Hilfe des Orthodiagraphischen Schirmes nach Quiring auf der Körperhaut die Stelle anzeichnen, wohin der Zentrahlstrahl den Fremdkörperschatten projiziert. Den Zentralstrahl können wir jederzeit wieder einstellen. Die Messung der Tiefenlage des Fremdkörpers auf diesem Zentralstrahl erfolgt in Anlehnung an das Fürstenau'sche Tiefenmessungsverfahren. Es werden auf einer Platte vom Fremdkörper und einer Marke, die im Zentralstrahl auf dem Hautpunkt liegt, bei einem Fokus-Plattenabstand von 60 cm durch horionzontale Verschiebung der Röntgenröhre um 6,5 cm zwei Bilder gemacht. Die Ent-

[1]). Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 123.
[2]). Med. Welt 1933/S. 703.

fernung zweier homologer Punkte des Bildes der Marke, übertragen auf eine von Schulze — Berge konstruierte Zahlentafel, gibt den senkrechten Abstand der Marke von der Platte an; die Enternung zweier homologer Punkte der Fremdkörperschatten, auf das Meßgerät übertragen, ergibt den senkrechten Abstand des Fremdkörpers von der Platte. Da Marke und Fremdkörper beide auf dem Zentralstrahl liegen, und die Marke auf dem Hautpunkt, so findet man die Entfernung Hautpunkt — Fremdkörper, wenn man die zweite Zahl von der ersten abzieht. Schulze — Berge gibt weiterhin eine Anleitung zur operativen Entfernung des Fremdkörpers, die auf die später genannte Fremdkörperharpunierung zurückgreift.

Weiterhin lokalisiert Gillet[1]) nach dem Stereoverfahren Es werden unter querer Verschiebung der Röntgenröhre zur Längsachse des Körpers um 6,5 cm bei einem Fokus — Plattenabstand von in der Regel 60 cm zwei Aufnahmen gemacht: Bei dünnerem Körperteil oder größerem gut sichtbaren Fremdkörper auf eine Platte, im anderen Falle nimmt man zwei Platten. Als Hilfspunkte werden auf der Kasette an deren Längsseite zwei Bleimarken angebracht, und zwar an den Punkten, über denen der Brennfleck der Antikathode jedesmal senkrecht steht. Merkt man sich die Röhrenstellung und nimmt man für Lagebestimmungsaufnahmen immer dieselbe Röntgenröhre, so braucht die Bestimmung der Grundmarken nur einmal zu erfolgen. Diese Bestimmung geschieht am besten mit einem von Gillet angegebenen Instrument (Zentrator). Eine weitere Hilfsmarke wird auf den betreffenden Körperteil in etwa 10 cm Entfernung vom Fremdkörperschatten aufgelegt. Die Stelle, an der dieses Bleiplättchen liegt, wird nach den Aufnahmen, da sie einwandfrei markiert bleiben muß mit Höllensteinstift bestrichen. Mit Hilfe des Apparates von Gillet werden nunmehr die Platten ausgemessen. Man erhält dadurch etwa folgende Angaben: Der Fremdkörper liegt von

[1]). Deutsche med. Wochenschrift 1916/S. 220.

der auf den Körperteil aufgelegten Bleimarke auf der ersten Platte soviel cm in der Längsrichtung entfernt, soviel cm quer davon und soviel cm tief. Dieselben Angaben mit anderen Werten erhält man von der zweiten Platte oder bei nur einer belichteten Platte von den an zweiter Stelle gewonnenen Schatten von Bleimarke und Fremdkörper. Diese erhaltenen Zahlen überträgt Gillet ins räumliche, indem er ein Stück biegsamen Draht genau den gefundenen Massen entsprechend nach Länge, Quere und Tiefe immer im rechten Winkel abbiegt. Ebenso verfährt er mit einem zweiten Draht. Dann legt man die beiden gebogenen Drahtstücke zusammen, sodaß die Quer- und Längsschenkel parallel liegen. Mit Hilfe dieses zusammengelegten Drahtes findet der Operateur ohne weiteres die Inzisionsstelle und weiß genau, in welcher Tiefe darunter der Fremdkörper zu suchen ist.

Einen weiteren großen Raum nehmen die Methoden ein, die unter direkter oder indirekter Leitung des Röntgenlichts den Fremdkörper zu entfernen versuchen. Der Grund hierzu wurde 1902 von Perthes mit seiner Fremdkörperpunktion gelegt, die 1903 von Grünfeld zur Fremdkörperharpunierung modifiziert wurde. Zunächst wird ein röntgenologisch sichtbares, nadelförmiges Instrument unter Leitung des Röntgenlichts bis an den Fremdkörper herangeführt. Dann wird die Spitze dieser Nadel (Harpune) ohne Röntgenlicht operativ aufgesucht. Man findet dann neben oder unter der Harpunenspitze den gesuchten Fremdkörper. Hierzu hat einige Jahre später Hammesfahr einen Sucher angegeben, einen Zylinder, der aus strahlendurchgängigem sterilisierbarem Material besteht und in seiner Achse eine Bohrung zur Aufnahme der in den Körper einzustechenden Nadel besitzt. An beiden Enden des Zylinders sind Metallringe angebracht, die bei der Durchleuchtung als Visier dienen, um mit der Nadel auf den Fremdkörper hinzuzielen. Weitere Methoden der Fremdkörperpunktion oder -harpunierung wurden von Weski und Fründ beschrieben, die jedoch nur unwesentliche Abänderungen aufweisen.

Aber diese Methoden waren letzten Endes nur Vorläufer der eigentlichen röntgenoskopischen Operation, wie sie 1903 von Holzknecht und Grünfeld und 1904 ungefähr gleichzeitig von Perthes und Grashey angegeben worden ist. Den wesentlichsten Schritt machte auf diesem Gebiete jedoch 1912 Grashey mit der Einführung seines monokularen Kryptoskopes. Die röntgenoskopische Operation besteht aus der mit der Operation gleichzeitigen Durchleuchtung. Die Operationen von Holzknecht und Grashey unterscheiden sich in der Hauptsache dadurch voneinander, daß nach Holzknecht in abwechselnd erhelltem und dann wieder verdunkeltem Operationsraum gearbeitet werden muß, während nach der Methode von Grashey die Operation bei dauerndem vollen Licht ausgeführt werden kann. Zur Ausführung der röntgenoskopischen Operationen nach Grashey benutzt man ein sogenanntes monokulares Krytoskop. Es besteht aus einem trichterförmigen Rohr, welches lichtdicht an das eine Auge anschließt. An seinem freien Ende hat es einen Schirm und über diesem ein Bleiglas. Das Auge, vor dem das Kryptoskop befestigt ist, gewöhnt sich dadurch, daß es immer im Dunkeln bleibt, in kurz möglichster Zeit an die Dunkelheit. Das adaptierte Auge kann so bei Aufleuchten des Schirmes, sobald derselbe von Röntgenstrahlen getroffen wird, leicht den Fremdkörperschatten erkennen. Somit wird das Suchen des Fremdkörpers mittels Durchleuchtung und die operative Entfernung desselben in einer Person vereinigt. Auf diese Weise ist die röntgenoskopische Operation für fast alle Fremdkörperfälle, auch für Trachea, Larynx, Bronchien und Oesephagus ausführbar. Drüner hat dann für gewisse Fälle die Operation vereinfacht, indem er 1918 Vorrichtungen für die röntgenoskopische Operation in Beckenhochlagerung und in Steißlage angegeben hat. Jeder röntgenoskopischen Operation muß eine genaue Lagebestimmung mittels Durchleuchtung und eventuell stereoskopischer Aufnahme vorausgehen. Während der Operation wird die Lage des Fremdkörpers zu den eingeführten Instrumenten so oft wie nötig mit Röntgenlicht

kontrolliert, und der Fremdkörper wird zum Schluß nach Möglichkeit unter Röntgendurchleuchtung mit Pinzette oder einem anderen Instrument zu fassen versucht.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß speziell für Augenfremdkörper eine große Zahl von Bestimmungsverfahren veröffentlicht wurden. Hier ist vor allem die Aufgabe gestellt: liegt der Fremdkörper innerhalb oder außerhalb des Bulbus, und wie kann er auf die schonendste Art entfernt werden. Doch hierüber zu berichten, fällt nicht in den Rahmen dieser Arbeit.

Welches ist nun das beste röntenologische Fremdkörperlokalisationsverfahren, d. h. welches Verfahren erlaubt die genaueste Lagebestimmung und möglichst einfache und sichere Entfernung des Fremdkörpers? Lokalisation und operative Entfernung dürfen bei Beantwortung dieser Frage nicht getrennt werden, da ja der Zweck der Fremdkörperbestimmungen in den allermeisten Fällen seine Entfernung ist. Auf der Suche nach diesem besten Lokalisationsverfahren wurden ungefähr 300 Lokalisationsmethoden veröffentlicht. Die meisten davon brachten aber nichts wesentlich Neues. Zum Teil waren es Abänderungen schon gebräuchlicher Verfahren, zum Teil bestanden sie aus einem Konglomerat schon älterer Methoden, ohne daß dabei Fehler, die den alten Methoden anhafteten, vermieden wurden, die jedoch durch das Zusammenwürfeln mehrerer Methoden das einzelne Lokalisationsverfahren zu sehr in die Länge zogen. Es kommt bei all den verschiedenen Methoden darauf an, mit möglichst geringem Material- und Zeitaufwand eine möglichst hohe Leistung zu erzielen, da besonders an der Front Zeit, Ort und finanzielle Belastung dieses gebieterisch fordern. Eine Methode, die überall angewendet werden soll, muß eine größtmöglichste Genauigkeit in mathematischer und anatomischer Beziehung bieten; sie muß an jedem Ort leicht ausgeführt werden können, ohne auf bestimmte Apparate oder Apparattypen beschränkt zu sein; sie muß einfach und kurzzeitig in der Ausführung und leicht erlernbar sein; und schließ-

lich muß sie, wie schon oben gefordert, eine möglichst rasche und sichere Entfernung des Fremdkörpers ermöglichen.

Betrachtet man die verschiedenen Verfahren nach diesen Gesichtspunkten, so wird man finden, daß eine Reihe der angeführten Fremdkörperbestimmungsverfahren diesen Anforderungen nicht genügen. Die Schätzung mittels Röhrenverschiebung ist das, was in dem Wort Schätzung zum Ausdruck kommt. Sie ist nur zu verwenden, um einen ungefähren Überblick über die Lage des Fremdkörpers zu erhalten. Dazu soll sie allerdings in allen vorkommenden Fremdkörperfällen vorbereitend angewandt werden, um dann mit anderen Verfahren eine genaue Lokalisation vorzunehmen.

Steckt ein Geschoß sehr tief im Körper, so sind, wenn man die Durchleuchtung bei stetiger Rotation verwendet, größere Fehler nicht auszuschließen, da die Schätzung einer großen Fremdkörper-Hautdistanz und ihre Veränderung bei der Rotation nicht von jedem Auge mit Sicherheit erkannt werden kann. Wegen dieser leicht möglichen Fehlerquelle soll die Durchleuchtung bei stetiger Rotation nur bei solchen Fremdkörpern benutzt werden, welche sich in Hautnähe befinden.

Wenn die Vierpunktmethode nach Levy-Dorn sehr sorgfältig ausgeführt wird, dann entspricht sie wohl der erforderlichen Genauigkeit. Jedoch benötigt man zu ihrer Ausführug längerer Übung, und sie nimmt auch dann noch verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch.

Zu der Methode mit einer Skala von Hautmarkierungspunkten von Knothe ist fast dasselbe zu sagen. Auch sie ist genau, dauert aber in ihrer Ausführung zu lang. Sie kann zwar auch der anatomischen Lokalisation dienen, wenn neben der Fremdkörperfeststellung Lage und Tiefenbestimmung schattengebender Organe ausgeführt werden. Dadurch wird sie aber wiederum in die Länge gezogen.

Die wichtigste Durchleuchtungsart ist wohl die Blendenrandmethode. Sie hat, besonders auch in den Lazaretten der Front, wegen ihrer Einfachheit und schnellen Ausführungs-

möglichkeit sehr gute Dienste geleistet. R. Mayer[1]) hat die Fehlerempfindlichkeit der Blendenrandmethode berechnet und kommt zu dem Resultat, „daß sie im Gegensatz zu allen anderen Methoden für alle Fremdkörpertiefen gleich genau ist und daß sie an Genauigkeit den besten gleichkommt". Kleine Fehlerquellen, wie sie z. B. durch die Ausdehnung der Schattenzonen auf dem Leuchtschirm bedingt sind, kommen nicht in Betracht, so lange man sich mit einem Resultat mit einer Genauigkeit bis 0,5 oder 1 cm begnügt, was wohl meistens der Fall sein dürfte. Größere Fehlerquellen sind dann möglich, wenn man Blenden mit einer im Verhältnis zum Blenden-Fokusabstand zu kleinen Blendenöffnung benutzt. Denn dann würde ein kleiner Meßfehler vervielfacht auf die Tiefenbestimmung übertragen, da an dem dazu gehörenden Maßstab eine kleine Entfernung einer verhältnismäßig größeren Tiefe entsprechen würde. Aber diese Fehlerquelle läßt sich ja ohne weiteres vollständig ausschalten. Will man als Nachteil der Methode ansehen, daß sie keine einwandfreie anatomische Lokalisation gebe, so fällt dieser Nachteil fort, wenn man mehrere Tiefenbestimmungen macht und so die Tiefenlage aller einem wichtig dünkenden Punkte erhält. Die Ausführung mehrerer Tiefenbestimmungen ist umso eher möglich, als die Ausführung der Methode nur zwei Röhrenverschiebungen mit Markierung am Schirm erfordert, also jede Bestimmung eines Punktes in kürzester Zeit erfolgen kann.

Von den Modifikationen der Blendenrandmethode scheitert die der Sanitas E. G. Berlin an technischen Schwierigkeiten, weil die bei ihr notwendigen großen Röhrenverschiebungen an den gebräuchlichen Apparaten nicht möglich sind. Die Methode von Heberle und Kaestle vereinfacht tatsächlich das Verfahren. Sie ist aber ein wenig ungenauer als die ursprüngliche Blendenrandmethode und kann ohne größere Fehler nur von geübten

[1]). Holzknecht, Röntgenologie I, Urban und Schwarzenberg, Berlin 1918/S. 70.

Röntgenfachleuten verwandt werden. Für diese ist sie allerdings gleichwertig der ursprünglichen Methode und außerdem in etwas kürzerer Zeit auszuführen. Die Modifikation von Freund und Praetorius dagegen ist deshalb keine Verbesserung, weil sie zwar um einige Millimeter genauer ist, dafür aber einen ungleich größeren Aufwand an Zeit erfordert, auch durch mehrfaches Einschalten der Zimmerbeleuchtung die Dunkeladaption zu sehr leidet. Ähnliches gilt für die Modifikation von Moritz.

Die Methode der durchleuchtungsgezielten Fremdkörperbestimmungen nach Fischer erfordert, da eine Reihe von Aufnahmen gemacht werden müssen, einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand. Trotzdem hat sie für bestimmte von Fischer angegebene versicherungsrechtliche Fälle, insbesondere zur Entscheidung, ob ein Fremdkörper innerhalb oder außerhalb einer der Körperhöhlen liegt, gewiß ihre Berechtigung.

Bei der myokinetischen Methode ist zu beachten, daß sie nur positive Mitbewegungen anzeigt, die aber durch Verwachsungen bedeutend verringert oder aufgehoben sein können. Das Verfahren erfordert vom Untersucher eine genaue Kenntnis der Muskelanatomie. Stets muß sie mit einem anderen Verfahren, welches die genaue geometrische Lokalisation angibt verbunden werden.

Auch die Durchleuchtung zur Beobachtung der anderen in Lunge, Herz, Thoraxwand usw. beweglichen Fremdkörper darf immer nur vorbereitenden Charakter haben. Auch hier gilt bezüglich der Mitbewegung das oben Gesagte. Jedoch gibt sie sehr häufig lehrreiche Aufschlüsse über die Lage des Fremdkörpers. Eine geometrische Lokalisation muß auch ihr stets angeschlossen werden.

Das Zweiplattenverfahren kann in manchen Fällen den gestellten Anforderungen genügen. Es muß dabei aber darauf geachtet werden, daß die Aufnahmen in einem Winkel von genau 90° gemacht werden; und vor allem muß der Zentralstrahl genau durch den Querschnitt in dem der Fremdkörper liegt, für beide Aufnahmen geleitet werden, da sich sonst

größere Fehler einstellen müssen. Den Hauptwert hat auch dieses Verfahren als orientierende Methode mit einer späteren genaueren Lokalisation, ist aber wenn es zur Orientierung dienen soll, durch billigere Methoden zu ersetzen. Ebenso ist das Dreiplattenverfahren mit einer axialen oder zwei schrägen Aufnahmen für die endgültige Lokalisationsdiagnose zu entbehren.

Der Röntgentiefenmesser nach Fürstenau ist einfach in seiner Anwendung und gibt ein genaues Resultat. Die zu ihm notwendigen Hilfsapparate sind ohne Schwierigkeit zu beschaffen. Das Verfahren erfreut sich von den Verschiebungsaufnahmen wohl der größten Beliebtheit, besonders in Verbindung mit den von Weski angegebenen Hilfsappararaten.

Die Schwebemarken-Lokalisation nach Wachtel ist in allen Punkten eine Nachbildung des Tiefenmesserverfahrens von Fürstenau. Neu ist nur die Einführung der Schwebemarke. Das Resultat dieser Methode kann zwar in manchen Fällen ein wenig genauer sein, aber es vereinfacht das Fürstenau'sche Verfahren nicht, denn es erhöht die Zahl der auszuführenden Messungen von zwei auf vier. Statt der direkten Messung (Röhrenabstand und Röhrenverschiebung) bringt es die indirekte Messung (Abstand der Schwebemarkenschatten der zwei Aufnahmen); dadurch wird aber die Fehlermöglichkeit wieder erhöht.

Das Verfahren mittels des Quadratfelderrahmens, Parallellineals und Rekonstruktionsapparates ist zu umständlich und zeitraubend, während im Gegensatz dazu das Müller'sche Lokalisationsverfahren sich vor anderen Methoden durch seine große Einfachheit und Schnelligkeit auszeichnen dürfte. Außerdem hat Christen mit seinem Vorschlag die Methode noch erleichtert und durch seine graphischen Formulare die Fehlermöglichkeiten verringert. Es lohnte sich wohl, sie ausgiebiger zu benutzen

Die in letzter Zeit von Schulze-Berge veröffentlichte Methode baut sich auf ältere Gedanken und Methoden auf, wie z. B. auf das Verfahren von Fürstenau. Durch die Verquickung mehrerer Verfahren wird außerdem die Lokalisation

ziemlich umständlich und langwierig, sodaß es für eine häufigere Benutzung kaum zu verwenden ist.

Das Verfahren nach Gillet ist sehr genau, ist ohne bedeutende Hilfsmittel durchzuführen und hat wohl keine Versager aufzuweisen. Ein großer Vorteil ist die leichte und schnelle Übertragung des gewonnenen Resultates auf die Haut des Patienten mit einem einfachen Hilfsmittel.

Die Fremdkörperpunktion und die Fremdkörperharpunierung sind in sehr vielen Fällen nicht durchführbar, z. B. verbieten bei tiefer Lage der Fremdkörper es mögliche Verletzungen an Nerven und Gefäße, sie auszuführen; Fremdkörper im Knochen sind damit nicht zu erreichen; das Eindringen der Nadel in Bauch- oder Brusthöhle, ebenso in die Gelenke, ist nicht statthaft. Außerdem gilt für sie, was aber im großen und ganzen alle angeführten Methoden betrifft, sie halten bei der Operation nicht das, was sie versprechen. Mag ein Fremdkörper noch so genau lokalisiert sein, wird operativ an ihn herangegangen, so liegt er durch die Entspannung, die beim Inzidieren eintritt, anderswo (er kann seine ursprüngliche Lage bis zu 3 cm und noch mehr verändern), oder er ist eventuell durch Blut verborgen und dergleichen mehr. Das gilt besonders dann, wenn es sich um kleine Fremdkörper wie Nadeln oder Geschoßsplitterchen handelt.

Hier hat nun die röntgenoskopische Operation eingegriffen, und zwar die Röntgenoperation mit dem monokularen Kryptoskop nach Grashey, eventuell mit den von Drüner angegebenen Vorrichtungen, da die Röntgenoperation bei wechselndem Tages- und Röntgenlicht heute infolge dieser grundlegenden Verbesserung wohl nicht mehr ausgeführt wird. Es kann bei der Röntgenoperation nicht mehr vorkommen, daß ein Fremdkörper, der vorher mit irgendeiner Methode auf das genaueste lokalisiert war, stundenlang vergeblich gesucht wird, von neuem röntgenologisch festgestellt wird und dann doch wiederum nicht aufzufinden ist, wobei dann naturgemäß die Gewebe nach allen Richtungen hin unnötigerweise verletzt werden. Was von

Eiselsberg[1]) einmal zu dem Holzknecht'schen Röntgenoperationsverfahren sagte, „es erfüllt alle Anforderungen, die der Chirurg stellen muß, in idealer Weise" das gilt auch in besonderem Masse für die Röntgenoperation nach Grashey. Die unbedingte Asepsis ist hier, wie bei jeder anderen Operation, gewährleistet. Jederzeit kann zur besseren Orientierung das Röntgenlicht eingeschaltet werden, ohne das eine Verdunkelung des Operationsraumes nötig ist und ohne das eine Unterbrechung der Operation dadurch erforderlich wird. Wenn Drüner verlangt, daß bei jeder Fremdkörperentfernung sofort zur Röntgenoperation übergegangen werden muß, falls der Fremdkörper nicht auf Anhieb gefunden wird, so hat das wohl seine Berechtigung. Denn die Röntgenoperation verkürzt die Dauer der Operationszeit sehr erheblich, sie vermeidet das lange verwüstende Suchen in den Körpergeweben, sie ist einfach in ihrer Anwendung und stößt schließlich an keiner Stelle des Körpers auf Schwierigkeiten, auch nicht für die Entfernung von Fremdkörpern aus Trachea, Bronchien, Lunge, Magen, Speiseröhre und Darm. Wenn die Röntgenoperation sachgemäß ausgeführt wird, ist auch der Einwand hinfällig, die Röntgenoperation sei wegen der leicht möglichen Röntgenverbrennung für den Operateur mit zu großer Gefahr verbunden. Diesen Einwand widerlegt am besten Grashey selbst, der bei seinen über 4000 Fremdkörperentfernungen mittels seines Verfahrens von solchen Verbrennungen bisher vollständig verschont blieb.

Im Kriegslazarett oder an der Front liegen die Verhältnisse naturgemäß schwieriger, da es sich bei den Verletzten größtenteils um Frischverwundete mit eventuell mehreren Schüssen, Knochenbrüchen und manchmal schweren inneren Verletzungen handelt, und da weiterhin die Materialfrage dort eine Hauptrolle spielt. Doch auch hier versagt die Röntgenoperation nicht. Sie ist auch hier nach den Angaben Grasheys und deren

---

[1]). Holzknecht, Röntgenologie I, Urban und Schwarzenberg, Berlin 1918/S. 451.

praktischen Ausführung Drüners[1]) leicht zu improvisieren und die ideale Fremdkörperentfernungsmethode.

Zusammenfassend käme man also zu folgendem Resultat: Zu Beginn einer jeden Fremdkörperlokalisation muß nach Aufnahme einer genauen Anamnese eine orientierende Vordurchleuchtung stattfinden, die gleich verbunden wird mit der Beobachtung der Beweglichkeit des Fremdkörpers in den einzelnen Körperteilen und eventuell der Schätzung der Fremdkörperlage mittels Röhrenverschiebung. Ihr schließt sich an die geometrische Lokalisation des Fremdkörpers, am besten mit der Blendenrandmethode, vielleicht mit ihrer Modifikation nach Kaestle und Heberle, oder an ihrer Stelle die Lokalisation mit den Verfahren nach Fürstenau, Müller — Christen oder Gillet. Damit ist die Lokalisation in wenigen Minuten erfolgt. Die anschließende röntgenoskopische Operation nach Grashey entfernt dann den Fremdkörper in kürzester Zeit und unter den günstigsten Bedingungen.

[1]). Albers — Schönberg, Die Röntgentechnik, II, Lucas Gräfe und Sillem, Hamburg 1919/S. 428.

Für Überlassung der Arbeit und eines Teiles der notwendigen Literatur spreche ich Herrn Prof. Dr. J a n k e r meinen besten Dank aus.

Literaturverzeichnis.

Albers — Schönberg: Die Röntgentechnik II, Lucus Gräfe und Sillem, Hamburg 1919.

Demmer: Die Doppelharpunierung von Fremdkörpern, eine Operation in wechselndem Röntgen- und Glühlicht, Wiener med. Wochenschr. 1917/S. 390.

Drüner: Über die Entfernung von Fremdkörpern aus den Speise- und Luftwegen durch röntgenoskopische Operation, Deutsche med. Wochenschr. 1932/S. 883.

Über die röntgenoskopische Operation nach Grashey, Brun's Beiträge zur klin. Chir. 1934/S. 113.

Engelmann: Fremdkörperentfernung aus dem Oesophagus vor den Röntgenschirm, Dentsche med. Wochenschr. 1917/S. 253.

Fischer: W.: Über durchleuchtungsgezielte Fremdkörperbestimmungen, Med. Welt. 1933/S. 157.

Freudenthal, W.: Die Entfernung von Fremdkörpern aus dem Oesophagus und den Bronchien mit Hilfe des fluoroskopischen Schirmes, Berl. klin. Wochenschr. 1910, S. 1541.

Freund und Praetorius: Die Fremdkörperlokalisation mittels der Schirmmarkeneinstellmethode, Deutsche med. Wochenschr. 1917/S. 459.

Fürstenau, R.:. Über einen neuen Röntgentiefenmesser, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1907/S. 281.

Zur Kritik der Lokalisationsmethodik, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 125.

Glasser: Wilhelm Konrad Röntgen, Julius Springer, Berlin 1931.

Gocht: Die Lagebestimmung von Fremdkörpern nach Gillet, Deutsche med. Wochenschr. 1916/S. 220.

Groedels, Fr. M.: Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik in der inneren Medizin und ihren Grenzgebieten, J. F. Lehmanns Verlag, München 1934.

Grunmach, E.: Die Bestimmung der Lage und Wirkung von Steckschüssen mittels der Röntgenstrahlen, Deutsche med. Wochenschr. 1917/S. 457.

Hammesfahr, K.: Sucher, um bei Röntgendurchleuchtung die Lage von Fremdkörpern unmittelbar vor der Operation zu bestimmen, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 1916/S. 423.

Harmer, L.: Bronchographie, Wiener med. Wochenschr. 1934, S. 1037.

Heberle und Kaestle: Einfachstes Verfahren zur röntgenoskopischen Fremdkörperlokalisation, Münch. med. Wochenschr. 1916 S. 1247.

Holzknecht: Fremdkörperlokalisation, Münch. med. Wochenschr. 1914/S. 2197.

Röntgenologie, eine Revision ihrer Methoden I, Urban und Schwarzenberg, Berlin 1918.

Kienböck, R.: Radiologische Lokalisation von Geschossen im Brustkorb, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 1918/S. 263.

Knothe: Einfache Methode zu einer exakten sowohl geometrischen wie anatomischen Tiefenbestimmung von Fremdkörpern, gleichzeitig geeignet, Lage und Tiefendimension schattengebender Organe und Tumoren festzustellen, Münch. med. Wochenschr. 1928 S. 1876.

Kohlmann, G.: Kurzes Handbuch des gesamten Röntgendiagnostik und -therapie, Verlag S. Karger, Berlin 1928.

König, E.: Zwei große Münzen im kindlichen Oesophagus, Med. Klinik, 1926/S. 1108.

Lenk, R.: Ein Jahr Röntgenologie an der Front, Deutsche med. Wochenschr. 1917/S. 250.

Moritz, F.: Über orthodiagraphische Lage- und Tiefenbestimmung von Fremdkörpern zum Zweck ihrer operativen Entfernung, Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 1437.

Oberst, M.: Ein Beitrag zur Frage der Verwendung der Röntgen'schen Strahlen in der Chirurgie, Münch. med. Wochenschr. 1896/S. 973.

Oppikofer: Autoreferat. Verhandlungen der Gesellschaft schweizerischer Hals- und Ohrenärzte, Schweiz. med. Wochenschr. 1925/S. 103.

Panconcelli — Calzia: Experimentelle Versuche zur Erweiterung des Müller'schen Verfahrens zur Fremdkörperlokalisation, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 1916/S. 123.

Rieder — Rosenthal: Lehrbuch der Röntgenkunde I, J. A. Barth, Leipzig 1924.

Röntgen, W. K.: Über eine neue Art von Strahlen, Münch. med' Wochenschr. 1896/S. 87.

Schulze — Berge: Lokalisation und Entfernung von Fremdkörpern Med. Welt, 1933/S. 703.

Lokalisation und Entfernung von Fremdkörpern, (Steckschüssen) mit Hilfe von Röntgendurchleuchtung, Arch. f. klin. Chir. Kongreßband 180.

Thost: Fremdkörper im Oesophagus, Deutsche med. Wochenschr. 1916/S. 337.

Wachtel, H.: Das neue Lokalisationsprinzip der Raummarke und der Schwebemarkenlokalisator, ein Fremdkörperverfahren ohne Messung im Raum und ohne Rechnung, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 405.

Zur Technik der Übertragung des mathematischen Lokalisationsresultates auf die Haut des Patienten, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1918/S. 350'

Wagener: Vereinfachtes Verfahren der Lokalisation von Fremdkörpern mit Hilfe meines Quadratfelderrahmens und Parallellineals, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916/S. 444

Lebenslauf.

Am 7. September 1910 wurde ich, Ewald Schmitz, als Sohn des Metzgermeisters Theodor Schmitz und seiner Ehefrau Helene geb. Schwartz zu Aachen geboren. Vom 6.—10. Jahr besuchte ich zunächst die Mittelschule und Vorschule in Aachen, anschließend das Realgymnasium in Aachen, das Kolleg St. Ludwig bei Vlodrop in Holland, und besuchte nachdem das staatl. Gymnasium in Münstereifel, wo ich Ostern 1930 die Reifeprüfung ablegte.

Ab Sommerhalbjahr 1930 studierte ich Medizin an den Universitäten Bonn, Würzburg, Bonn, München, Bonn, bis einschließlich Sommerhalbjahr 1935. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich Ostern 1933 in Bonn und legte im Winterhalbjahr 1935/36 daselbst das ärztliche Staatsexamen ab.